SULLA
TEORIA IDRO-ELETTRICA

LETTERE

DI

GIOVANNI GARELLI

AL COMM. DOTT.

B. TROMPEO

TORINO, 1866
TIPOGRAFIA NAZIONALE DI BOTTERO LUIGI
Via Bottero, N. 8.

SULLA
TEORIA IDRO-ELETTRICA

LETTERE

DI

GIOVANNI GARELLI

AL COMM. DOTT.

B. TROMPEO

TORINO, 1866
TIPOGRAFIA NAZIONALE DI BOTTERO LUIGI
Via Bottero, N. 8.

PREFAZIONE

« *Tra le forze naturali scoperte e studiate dalla scienza moderna, niuna v'ha che per numero e per importanza di pratiche applicazioni superi la elettricità. Essa invero colla moltiplicità degli effetti meccanici, calorifici, luminosi, chimici e fisiologici, onde è capace, in meno di un secolo riempì il mondo delle sue meraviglie. Basti qui il ricordare, oltre ai parafulmini, l'applicazione della elettricità alla illuminazione, alla tessitura, alla doratura ed argentatura, alla galvano-plastica e sovrattutto alla telegrafia. — I progressi della scienza elettrica giovarono inoltre e ben molto all'incremento di tutte le fisiche discipline ed in particolar modo della chimica: la quale fornita, mercè sua, di nuovi e potentissimi mezzi di analisi e di sintesi, crebbe ai tempi nostri più che non abbia fatto in tutti i secoli anteriori* » (1).

(1) Vedi *Sulle dottrine elettriche nel secolo XVIII*. Saggio storico del dott. cav. Felice Garelli. — Vol. I (prefazione). Mondovì, dalla Tipografia di G. Issoglio, 1866.

I felicissimi lavori di Arago, Ampère, Becquerel padre, Faraday, Edmondo Becquerel, Bunsen, Daniell, Morse, Matteucci, Delarive, Ruhmkoff ecc., che tanto resero splendida quest'epoca per le importanti scoperte e per le utili applicazioni della elettricità, destarono in molti osservatori un vivo desiderio di ricercare se a questo poderosissimo agente della natura dovevano attribuirsi altre azioni ed altri fenomeni finquì rimasti inesplicati, e se il medesimo non sarebbe tuttavia capace di applicazioni scientifiche ed industriali ancora più estese.

La scienza medica anch'essa non rimase straniera al grande progresso di questo ramo di fisiche discipline. Senza parlare delle mediche applicazioni fattesi nel secolo passato e nel principio dell'attuale dall'abate Nollet, Francklin, dall'abate Sans, Mauduyt ecc. e riguardanti la sola elettricità statica, *sono oggi abbastanza note le applicazioni terapeutiche fatte da Masson, Duchenne e Alfredo Becquerel delle* correnti indotte; *quelle della* elettricità dinamica generalizzata *instituite da Remak di Berlino; le ricerche sulla elettricità dinamica* a semplice corrente continua ed intermittente *del dott. Hiffelsheim: come pure sono conosciute le esperienze istituite sull'azione fisiologica dell'elettricità da Leoth, Fabré-Palapart, Nobili, Marianini, Matteucci, Raymond, Claudio Bernard ecc.*

In questo rapido e progressivo svolgimento della scienza una questione della massima importanza si presentò ai tempi nostri alla discussione dei dotti, se cioè le acque minerali, questi agenti così efficaci per la cura delle malattie diatesiche e delle malattie croniche, non debbano una gran parte della loro efficacia all'azione dell'elettricità che si svolge nel loro seno. Il dott. Scoutetten, che iniziò e sostiene questa nuova teoria, dopo avere lungamente studiato il difficile argomento del modo di azione delle acque minerali, venne a conchiudere che la composizione chimica delle medesime non ha che un valore secondario, mentre la parte più importante è, a suo giudizio, esercitata dall'elettricità, naturale nel sangue, variamente modificata dalle acque minerali medesime.

Quali e quante abbiano ad essere le conseguenze della nuova teoria, quando sottoposta all'esame di abili osservatori e confermata da nuove e decisive esperienze venisse come cosa giudicata ad accrescere il patrimonio della scienza, non è certo mestieri che per noi si dimostri: perocchè vede ognuno che essa rovescierebbe dalle fondamenta l'attuale edificio idrologico innalzato dalle opere pazienti di tanti valorosi e benemeriti cultori della scienza nostra.

La questione pertanto suscitata dal dott. Scoutetten merita la più seria attenzione dei medici idrologi; perocchè l'efficacia di questo agente poderosissimo sempre più grande ed estesa si riconosce a misura che si vanno moltiplicando le osservazioni e le ricerche. Ma prima di considerare la elettricità come causa principale degli effetti delle acque, vuolsi ben determinare il modo e le condizioni di sua esistenza nelle medesime, ed investigarne gli effetti fisiologici e curativi di cui può essere capace.

I dati che finquì si possedono non sono ancora bastanti a comporre un corpo di dottrina: pertanto debbonsi ora ripetere le esperienze già istituite, ed opportunamente modificarle nello intendimento di verificare non solo la esattezza dei risultati che già si ottennero, ma per accrescere la serie dei fatti: non dimenticando mai che l'entusiasmo delle innovazioni compromette talvolta le migliori scoperte.

Frattanto che si aspetta il giudizio che debbe scaturire dalle ricerche dei dotti, io penso di non fare cosa inutile nè inopportuna presentando ai miei egregi colleghi alcune considerazioni intorno all'accennata questione.

G. Garelli.

LETTERA PRIMA

I chimici, colla squisitezza dell'analisi portata ultimamente a mirabile grado di perfezione dalle scoperte di Bunsen e Kirchoff intorno all'analisi spettrale, sono giunti finquì a separare e discernere nelle acque minerali quanto era suscettibile di essere computato , misurato e pesato; ma nessuno arriverà mai, dietro i dati dell'analisi più completa, a ricostituire colla bilancia e colle misure alla mano un esemplare del più semplice di questi agenti terapeutici. — Avviene in essi come nei prodotti dell'organismo vivente: l'analisi c'insegna a costituirli colla sintesi dei loro elementi diversi; ma pur manca sempre l'elemento vitale: a quella guisa che nella questione ardua delle acque minerali le sole analisi, per ciò appunto che sono semplici analisi, non bastano a fornirci una chiara e precisa idea del loro modo di agire.

Certamente non si può attribuire esclusivamente l'azione terapeutica delle acque minerali alle quantità spesso infinitesime dei principii ch'esse contengono; tanto più che non sempre la efficacia loro è proporzionale alla dose di tali elementi mineralizzatori od alla loro termalità. D'altra parte questi non bastano di per sè a costituire una dif-

ferenza specifica fra le così dette acque minerali e le acque comuni, le quali generalmente anch'esse contengono sempre principii minerali tolti alli strati del terreno che attraversano; e v'ha chi pretende che nella cura termale gli elementi mineralizzatori delle acque d'ordinario non penetrino nei tessuti anche i più superficiali dell'organismo. Di qui la impossibilità di dare una vera definizione delle acque minerali, e di renderci una piena ragione dei loro effetti sull'organismo, così molteplici e talora così marcati, finchè ci atterremo esclusivamente ai dati dell'analisi chimica.

Dietro tali considerazioni il dott. Scoutetten di Metz, distinto medico militare e per molti rispetti benemerito della scienza, dopo aver constatato pel primo lo sviluppo di elettricità che ha luogo nell'organismo al contatto del sangue venoso coll'arterioso, cercando di spiegare in altra guisa i fenomeni che in esso si manifestano sotto l'azione delle acque minerali, propose di sostituire all'analisi chimica il galvanometro per rendersi ragione delle speciali loro virtù, e pubblicò sul fine dell'anno 1864 un'opera, pregevole per la esattezza delle esperienze e per la novità delle vedute tutte proprie dell'autore, intitolata: *Della elettricità considerata come causa principale dell'azione delle acque minerali.*

Contemporaneamente comunicando all'Accademia delle scienze di Parigi il risultato delle sue ricerche, si offriva pronto a ripetere alla presenza di quell'illustre consesso le sue esperienze, facendo appello alla discussione onde più viva e pronta sorgesse la luce intorno a questo rilevantissimo problema.

Non è già questione di sapere se le acque minerali venendo in contatto col suolo circostante svolgano elettricità; oppure se in seno alle medesime vi abbia produzione di fluido elettrico: questi sono fatti che si pote-

vano prevedere fin dall'epoca di Volta e che vennero recentemente dimostrati con eleganti esperienze da Faraday e da Becquerel, le quali provano che: sempre quando avviene un'azione chimica (combinazione o decomposizione), un cambiamento nello stato molecolare d'un corpo (fregamento, riscaldamento ecc.), un semplice movimento nei corpi liquidi (efflusso, assorbimento ecc.), havvi produzione di elettricità.

Trattasi di constatare se, mentre le acque minerali venendo in contatto dell'organismo sviluppano elettricità, questa sia la causa principale dei loro effetti terapeutici. Adunque, secondo Scoutetten, le acque minerali non contengono elettricità libera, ma portate a contatto colla pelle costituiscono con essa una pila; questo contatto determina lo sviluppo di una corrente che si può misurare col galvanometro, il quale ci porgerebbe così un metodo facile e sicuro di riconoscere la esistenza di questa nuova forza in qualunque sorgente minerale, e di valutare il grado di eccitabilità di ciascun malato.

In generale tutte le acque, siano desse minerali ovvero ordinarie, messe in contatto colla terra, con l'acqua distillata o con altre di natura diversa, sviluppano elettricità dinamica, siccome risulta dalle ricerche di Becquerel (vedi Becquerel et E. Becquerel, *Traité d'électricité*, tom. III, pag. 399), ma un fatto nuovo segnalato dal dott. Scoutetten si è che in queste circostanze la *elettricità positiva* è sempre fornita dal corpo in cui l'ossigeno è in proporzione maggiore.

In conseguenza tutte le acque minerali, aereale o non, minerali o comuni, sono tutte *negative* quando vengono in contatto col corpo umano, appunto per la ragguardevole quantità di ossigeno che la respirazione introduce in tutti i tessuti dell'organismo e che viene assorbita dai globuli rossi del sangue durante l'ematosi. Questo fatto, secondo

l'autore, sarebbe in tal guisa intieramente connesso colla elettricità sviluppata nel contatto dei due sangui, alla quale egli attribuisce un grande valore biologico. Sicchè, secondo i suoi novelli principii, la qualità minerale di un'acqua dipenderebbe ad un tempo dai sali e dai gaz ch'essa tiene disciolti, ed, in modo assai notevole, eziandio dalla presenza o dalla mancanza di ossigeno. Più l'acqua sarà ricca di ossigeno, meno forti reazioni darà nel suo contatto col corpo umano, che per se stesso contiene già molto ossigeno. Ed in quella istessa guisa che due corpi della stessa natura, messi a contatto, non isviluppano elettricità, così un'acqua minerale carica di ossigeno reagirà più debolmente di quella che ne è priva.

In questa circostanza il galvanometro ci fornisce un mezzo più facile e sicuro di misurare l'azione terapeutica di una sorgente che non l'analisi chimica della medesima, benchè non misuri che la quantità relativa, non la quantità assoluta di ossigeno da essa contenuto.

Con ciò non vuol dire che basti spogliare o rimpinguare d'ossigeno un'acqua minerale per ridonarle quella virtù che possiede all'istante nel quale emerge dal suolo; Scoutetten ammette che alla scaturigine ogni acqua minerale in sè accoglie operazioni chimiche svariatissime, le quali non si possono più rieccitare quando una volta hanno cessato. Quando un'acqua s'interna profondamente nel seno della terra, vi prova delle modificazioni importantissime sotto l'influenza delle azioni chimiche da cui è accompagnata nel suo sotterraneo tragitto, della temperatura che cresce a misura che s'interna nelle viscere della terra, della pressione ragguardevole a cui è sottoposta in quegli intimi strati, ove perde interamente, o quasi tutto il suo ossigeno, si carica di principii minerali, discioglie sali e sostanze gazose, e non può di certo andar esente dalla influenza delle correnti elettriche del

globo, segnalate da Ampère e confermate recentemente dalle esperienze del P. Secchi e di Matteucci. Quest'acqua adunque differisce sensibilmente da quella che scorre verso alla superficie del suolo, la quale prendendo a poco a poco il suo ossigeno, e diventando chimicamente inerte, perde col tempo quelle virtù che aveva all'epoca della emergenza.

In conclusione pare che si potrebbero secondo i risultati delle sue esperienze ritenere per *acque minerali tutti i liquidi che sono allo stato dinamico per effetto delle azioni chimiche ed elettriche, le quali eccitano le reazioni reciproche delle loro molecole costituenti.*

Per contro le *acque comuni*, *nelle quali non havvi più alcuna azione chimica*, *sono liquidi in condizioni elettrostatiche.*

Per altro, al dire dello stesso Scoutetten, forse queste particolarità non bastano a caratterizzare pienamente un' acqua minerale; forse l'azione prolungata della elettricità deve modificarne notevolmente le proprietà prima che sgorghi dalla terra, ed a quella guisa che in simili circostanze l'ossigeno si converte in ozono e l'acciaio acquista la polarità magnetica, forse l'acqua prova nelle viscere della terra una modificazione allotropica.

Intanto basandosi sulla scoperta della elettricità libera che si sviluppa nel contatto dell' acqua minerale col corpo umano in essa immerso, l'autore opina che si potrebbe con questa spiegare l'azione morbosa che alcune volte si produce nell'uso delle acque: la *febbre termale*, di cui finora non si è potuto dare una spiegazione soddisfacente. Il corpo umano, egli dice, ha una superficie di circa un metro e mezzo quadrato, ed in ciascun punto di questa larga estensione si produce necessariamente uno sviluppo di elettricità, la quale attraversando facilmente la pelle inumidita ed i sottoposti tessuti, stimola ed eccita

gli organi sovente a tal punto da produrre questa perturbazione accidentale, nota a tutti i medici che dirigono le cure termali.

Ho fatto divisamento, chiarissimo Collega, di intrattenervi in questa mia lettera della ingegnosa teoria di cui vi ho dato alcun cenno, indicandovi di mano in mano successivamente le varie fasi di questo nuovo sistema, che mira a stabilire sopra nuove basi tutto quanto la scienza ci ha rivelato finora intorno ai fenomeni delle acque minerali. Essa può tutta riassumersi nei principii seguenti:

1° Tutte le acque, anche quelle che scorrono alla superficie della terra, reagiscono sul corpo dell'uomo, producendo delle azioni elettriche di una intensità varia, e determinando lo sviluppo di una corrente. di cui si può riconoscere la direzione e la forza cogli strumenti ordinari di osservazione.

2° L'intensità della corrente varia secondo la natura della mineralizzazione e la temperatura della sorgente, ma sovrattutto secondo la sua origine.

3° Le acque da lungo tempo esposte all'azione dell'aria reagiscono debolmente, mentre all'opposto quelle che sgorgano attualmente dal suolo manifestano proprietà attive affatto speciali.

4° Le reazioni elettriche, quando l'uomo è nel bagno, determinano una corrente *positiva*, cioè la corrente parte dall'acqua, che diventa negativa per dirigersi verso i liquidi dell'organismo: in questo caso questi funzionano come acidi e l'acqua, senza eccezione, agisce come base.

5° La reazione ha luogo in senso contrario quando l'acqua viene introdotta per la bocca nello interno dell'organismo e nello stomaco; allora probabilmente la corrente parte dal sudore per dirigersi all'acqua contenuta nella bocca, e per conseguenza il sudore rappresenta la base, l'acqua rappresenta l'acido. Però le acque solfurate agiscono in senso contrario.

6° Eguale reazione si manifesta quando al sudore si sostituisca l'urina: anche questa si comporta come base e l'acqua minerale come acido; e qui pure le acque solfurate agiscono in modo affatto inverso.

7° Se i bagni d'acqua minerale presentano fenomeni elettrici, questo avviene perchè desse sviluppano nel corpo una elettricità che prima non vi era. Havvi adunque in questo un eccitamento da esse prodotto.

8° Le acque minerali hanno una duplice azione, l'una dinamica, l'altra medicamentosa: quest'ultima però non è che accessoria, la principale è la prima.

Questa nuova teoria presenta ben pochi punti di contatto con i principii generalmente ammessi; ma pur queste conclusioni sono derivate dai dati di esperienze rigorose ed esatte, non da vaghi supposti o dalla generalizzazione di fatti prima conosciuti; esse presentano, siccome già notammo, sotto un aspetto tutto nuovo le più ardue questioni d'idrologia ed i più astrusi problemi che risguardano l'azione delle acque minerali. Ond'è che quand'anche la influenza della elettricità delle acque minerali non avesse tutta quella importanza che le attribuisce il dott. Scoutetten, egli avrà sempre reso alla scienza un grande servizio, accertando colle sue esperienze dei fenomeni che per sè basterebbero a dimostrare che le acque minerali non sono senza azione sull'organismo umano.

Il merito dell'autore ed il titolo stesso dell'opera bastano certamente per eccitare un interesse universale. Seguendo davvicino il suo pensiero nel progressivo sviluppo di questa teoria, si vede costantemente l'azione dell'elettricità servir di base e di coronamento al nuovo edifizio in cui tutte le parti fra loro intimamente connesse si avanzano sino ai limiti più reconditi colla scorta del galvanometro. La definizione del termine generico acque minerali, la loro classificazione, il vario modo di agire come bagni o come bevanda nelle

affezioni morbose dell'organismo, tutto ei subordina ai fenomeni elettrici che le acque minerali possono produrre e che ha cercato di rendere manifesti con numerose e svariatissime esperienze assai delicate, nelle quali non si può a meno di riconoscere l'abilità particolare dell'autore.

Il libro di Scoutetten ha prodotto in Francia una grande impressione; le sue esperienze sono state ripetute da alcuni idrologi, e l'Accademia ha nominato una Commissione per esaminare il nuovo sistema. Nelle mie susseguenti vi darò un cenno dei metodi tenuti in questo genere di ricerche, le quali si potrebbero con molto vantaggio ripetere anche presso alle principali nostre sorgenti minerali, e dei lavori pubblicati su questo argomento, che merita di fissare l'attenzione di quanti si interessano ai progressi di questo ramo delle scienze mediche.

LETTERA SECONDA

È ammesso generalmente che la causa principale della efficacia delle acque minerali cotanto fra loro diverse dipenda quasi esclusivamente dai principii mineralizzatori in esse disciolti; e, nella teoria finquì dalla maggior parte accettata, la elettricità ed il calore non sarebbero che due agenti comuni, dai quali dipendono certi effetti fra loro analoghi, che si riscontrano quasi sempre nell'uso di dette acque. Questi farmachi complessi agirebbero adunque sotto la influenza di tre grandi cause: la mineralizzazione, la temperatura e la elettricità che si può sviluppare nelle reazioni chimiche fra le sostanze minerali ch'esse contengono e l'aria ovvero il corpo umano.

Il dott. Scoutetten crede invece di essere giunto colle esperienze sue a provare che le acque minerali non agiscono per impulso di una sola causa, ma bensì di elementi diversi, che tutti concorrono ai suoi risultamenti, fra i quali si debbe considerare come più di ogni altro efficace la elettricità. Secondo lui, i fenomeni che dipendono dall'azione delle acque minerali sull'organismo si possono ridurre alle seguenti tre categorie:

1° Un'azione *dinamica*, la quale dà ragione di tutti

i misteri delle acque minerali, costituisce la loro proprietà fondamentale e si manifesta colla eccitazione.

2° Un'azione *topica* di importanza minore e non sempre costante, la quale dipende dalla composizione minerale dell'acqua e dalla irritabilità della pelle. A questa si deve riferire quella irritazione cutanea (*poussée*), che ne costituisce l'effetto principale, la quale però non è per sè necessaria per operare e sostenere la guarigione delle malattie che non cedono alle ordinarie risorse della medicina.

3° Infine un'azione *medicinale*, dovuta alla composizione chimica della sorgente; e questa non si manifesta fuorchè nel caso in cui le acque si prendano internamente, benchè in generale si attribuisca alla medesima un'importanza maggiore di quella che realmente meriti.

Su questi principii affatto nuovi il dottore Scoutetten stesso invoca la luce che nelle questioni naturali deriva dalla discussione e dalla moltiplicità dei fatti osservati, facendo voti perchè i medici addetti ai diversi stabilimenti istituiscano le medesime ricerche sulle quali si fondano le sue proposizioni, che egli ha dedotte da esperimenti eseguiti alla scaturigine di varie sorgenti minerali.

Gli apparecchi occorrenti per questi studi non sono per loro natura complicati o molto costosi; basta un galvanometro di una discreta sensibilità, e sono perciò da preferirsi quelli a sistema astatico, due elettrodi ed una certa quantità di filo di rame rivestito di seta o di guttaperca per formarne i reofori.

Trattandosi di esaminare e confrontare fra loro la intensità di correnti elettriche troppo forti perchè si possano rappresentare colle deviazioni che imprimono all'ago del galvanometro, si dovrà aumentare convenientemente la resistenza del circuito per mezzo di un reostato, che può essere formato semplicemente con un tubo di vetro

di diametro interno di alcuni millimetri ripieno d'acqua distillata, in cui vengono a pescare i due estremi del reoforo interrotto, i quali si possono allora portare a conveniente distanza l'uno dall'altro per avere al galvanometro delle indicazioni, fra le quali si possa istituire un confronto. Questo in tal caso più non avverrà fra le intensità assolute delle correnti diminuite appunto della parte corrispondente alla resistenza del reostato, la quale d'altronde si può facilmente determinare, siccome si può rilevare da qualunque trattato di fisica, ed in modo assai chiaro dall'aureo libretto del nostro Matteucci, che tratta della pila di Volta, della corrente elettrica e della sua applicazione. Di qui pure potrà chiunque apprendere di per sè come la deviazione dell'ago nel galvanometro segni, oltre all'intensità, eziandio la direzione della corrente; epperciò solamente noterò qui alcuna cosa intorno agli elettrodi.

Queste parti dell'apparecchio destinate a raccogliere la elettricità svolta nelle acque minerali dal contatto con acqua distillata od altre acque di natura diversa, col terreno circostante od imbevuto di esse, ma sovrattutto col corpo umano immerso in tutto ovvero in parte nelle medesime, debbono possibilmente presentare entrambe la medesima superficie agli elementi della pila, e devesi attentamente osservare che l'elettricità da essi raccolta non circoli per via più breve attraverso al suolo, ovvero alla massa istessa del terreno o dell'acqua che non lungo il circuito. A tale effetto è indispensabile che le due lamine di platino di cui sono composti, abbiano annesso un filo dello stesso metallo circondato da un tubo di vetro chiuso alla lampada nella estremità più vicina alla lamina, perchè sia completamente isolato.

Per altro, adoperando semplicemente due lamine di platino queste facilmente dopo un tempo più o meno corto si polarizzano e mascherano così, od anche falsano le in-

dicazioni del galvanometro. Becquerel nel suo trattato dell'elettricità e del magnetismo si occupa molto di questi effetti prodotti dalla polarizzazione delle lamine di platino ed indica molti mezzi per combatterli e farli svanire; ma lo stesso Scoutetten indica per questo altri mezzi più semplici e più sicuri. Basta servirsi di un'acqua jodurata messa entro piccoli vasi porosi, che s'introducono nelle acque o nella terra che si vuole studiare: le lamine di platino pescano in quest'acqua, la quale si impadronisce dell'idrogeno a misura che si sviluppa ed impedisce alla lamina di polarizzarsi. Ma, secondo lo stesso autore, il miglior procedimento indicatogli dal nostro Matteucci consisterebbe nello adoperare elettrodi di zinco amalgamato immerso in una soluzione satura di solfato di zinco neutro: nell'un caso e nell'altro la corrente elettrica non arriva agli elettrodi che dopo aver attraversato il liquido che li attornia.

Attualmente non posso aggiungervi su questo argomento nulla di nuovo, come forse potrei dopo aver recato ad effetto il mio pensiero di ripetere, come spero, nella prossima stagione alle terme di Valdieri le principali esperienze di Scoutetten, almeno le più controverse, fra le quali credo opportuno citarvene fin d'ora una semplicissima recentemente immaginata dal medesimo per meglio dimostrare quale influenza abbia l'ossigeno disciolto nell'acqua sulla direzione della corrente elettrica che in essa si svolge. Prendete due o tre litri d'acqua corrente, e, fattene due parti eguali, mettete a bollire una di queste per mezz'ora affine di discacciarne l'aria, chiudete il vaso che la contiene e lasciate che quest'acqua riacquisti la medesima temperatura dell' altra. Ponete in contatto per mezzo di un vaso poroso quest'acqua dispogliata d'aria con l'altra rimasta allo stato naturale, immergete in esse gli elettrodi, l'acqua aereata sarà positiva, l'altra negativa.

Ripresa l'acqua spogliata d'aria colla ebollizione e quindi negativa, esponetela all'aria, sbattendola per rinnovarne il vicendevole contatto, e fate alla sua volta bollire l'altra porzione d'acqua lasciata prima allo stato naturale, e che si manifestava positiva. Mettetele un'altra volta in presenza l'una dell'altra e troverete che l'acqua negativa nella esperienza di prima è diventata positiva, e quella che prima era positiva, spogliata dell'aria che teneva disciolta, è diventata negativa. Così possono scambiarsi in alcune ore gli effetti elettrici di tale contatto.

Per ora mi pare che i mezzi suggeriti per ovviare agli inconvenienti della polarizzazione delle lamine di platino non presentino eguale attitudine alle speciali ricerche, di cui qui trattiamo, come quando si adoperano le sole lamine senza alcun altro apparecchio, come lo dimostrano le ricerche del dott. Lambron, che pel primo ha ripetuto in Francia le esperienze di Scoutetten, al quale generosamente ha ceduto l'onore della dimostrazione sperimentale dello sviluppo di elettricità che ha luogo nel contatto delle acque minerali con altri liquidi, ch'egli crede aver prima d'ogni altro prodotta fin dal 1859, ponendo un'acqua solfurata in contatto coll'acqua distillata (*Des Pyrénées et des eaux thermales sulfureuses de Bagnères-de-Luchon*, pag. 348). — Ad ogni osservazione si può far succedere una controprova, per ben accertarsi che le lamine non siano polarizzate al punto da fornire una corrente propria ed affatto estranea all'azione delle acque, e per meglio accertare la esistenza e la direzione della corrente. Questa controprova consiste in un semplice scambio di posizione nelle lamine degli elettrodi, le quali però vogliono essere ben asciutte con un pannolino pulito e privo di ogni umidità, nettate e talora eziandio riscaldate a calor rosso per diminuire per quanto è possibile gli effetti della polarizzazione. Rimanendo i reofori attaccati come prima,

gli aghi del galvanometro debbono deviare in senso opposto a quello della precedente osservazione.

Si fu adunque con due semplici elettrodi di platino che l'illustre membro della Società d'idrologia medica di Parigi proseguì sulle orme di Scoutetten i suoi studi sperimentali sulla elettricità che sviluppano le acque solforose di Bagnères-de-Luchon; ed il suo lavoro inserito negli Annali di quella Società racchiude quanto d'importante finquì siasi scritto intorno alla nuova teoria *idro-elettrica* di Scoutetten.

Però, siccome vi ho promesso nell'altra mia di tenervi in corrente di tutto quanto riguarda questo nuovo sistema, debbo anzitutto darvi alcun cenno di un lavoro anteriore comunicato dal dott. Gigot-Suard nel presentarsi fra i candidati alla Società d'idrologia, la quale nominò fra i suoi membri una Commissione per riferire intorno alla memoria suddetta, che venne col rapporto di tale Commissione inserita negli annali della Società medesima (tom. II, pag. 102, 1864-65). In essa lo scrittore instituisce un confronto fra la teoria della elettricità, considerata siccome principale movente dell'azione delle acque minerali sull'organismo, e gli effetti fisiologici delle acque minerali di Canterets. Espone in esso alcune sue particolari osservazioni, le quali sarebbero affatto contrarie al principio fondamentale della nuova teoria, che « *tutte le acque minerali, nessuna eccettuata, sono eccitanti.* » Pure accordando alle sperienze del dott. Scoutetten tutta l'esattezza, tutta l'imparzialità e la sincerità scientifica alle deduzioni da esse ricavate, non trova modo di conciliare questo principio con i fatti osservati in quelle acque, i quali sono direttamente opposti ai risultati, che secondo la nuova teoria si dovrebbero da esse ottenere. — Amministrandole in bagni, gli effetti loro variano a seconda della temperatura all'epoca della immersione, e quando

si prendono internamente, invece di produrre eguali reazioni elettriche come, secondo Scoutetten, dovevano già fare nel bagno, eccitare cioè gli organi coi quali vengono in contatto, avviene con esse precisamente l'opposto. Il numero delle pulsazioni alle arterie diminuisce nelle due o tre prime ore che tengono dietro alla ingestione dell'acqua, ed in seguito aumentano a poco a poco. Questi fenomeni di calma e di reazione formano due distinti periodi tanto più notevoli, quanto più grande è la dose dell'acqua e quanto più lungo è l'uso che si fa della medesima.

Finalmente ricordando l'azione particolare e così decisa che queste acque manifestano sulla mucosa delle vie aeree e su quella delle vie genito-urinarie, non sa come questa azione non debba del pari essere comune con altre acque che pur danno reazioni elettriche; onde queste parrebbero piuttosto essere effetti, anzichè la causa determinante della efficacia spiegata dalle acque minerali sull'organismo.

Contuttociò ammette che queste ricerche di Scoutetten sono del più alto interesse, benchè la sua teoria vada incontro a parecchie altre obbiezioni, che però non accenna per non invadere anticipatamente il campo della discussione, che si dovea tra non molto aprire in seno alla Società medesima.

Riserbando ad un'altra lettera di darvi un trasunto del rapporto della Commissione dianzi accennata, intorno a questa memoria del dott. Gigot-Suard, non posso trattenermi dallo accennarvi, come anch'essi i compilatori degli Annali d'idrologia medica ammettono che *le acque minerali sono in generale eccitanti*, che questa eccitazione costituisce *una delle circostanze più generali della loro applicazione*, che quantunque vi siano acque che sembrano dotate per se stesse di proprietà relativamente *sedative*, come in generale le acque che contengono pochi

principii minerali, a qualunque classe d'altronde appartengano, pure quest'azione sedativa delle acque minerali offre questa particolarità che non è mai debilitante, ma sibbene s'accompagna in generale con un certo grado di azione ricostitutiva e tonica (*Annales des eaux minerales, etc.*, tom. II, pag. 757-758, art. *Sedatives*).

Vedremo ben presto come ancor esso il rapporto della Commissione nominata dalla Società idrologica poco si accordi colla dottrina professata dai più cospicui suoi membri sull'azione delle acque solfurate.

LETTERA TERZA

Le acque solfurate hanno comuni con altre di natura diversa le applicazioni che talora di esse si fanno nella cura del linfatismo, dei reumi, della clorosi, delle scrofole, della sifilide ecc., ed egli è sovrattutto per la elevata loro temperatura e per la *eccitazione particolare che esercitano sulla superficie della pelle* congiunta ad altre circostanze accessorie d'igiene e di balneoterapia che si rendono specialmente utili ed applicabili in queste circostanze. Giacchè in generale convengono alle affezioni reumatiche tutte le acque di una temperatura elevata; al linfatismo la maggior parte delle acque minerali, anche le più deboli; alla clorosi tutte le acque ferruginose o capaci di imprimere una certa attività alle funzioni digestive, benchè le solfurate si distinguano dalle altre in modo speciale per l'*attività particolare ed efficacissima che imprimono alle funzioni della pelle*, per cui appunto hanno comune l'applicazione alla cura della sifilide con tutte quelle acque, che per la elevata temperatura e per le proprietà eccitanti agiscono vivamente sulla cute.

Ammessa in modo così esplicito nella pratica idrologica la proprietà eccitante, che le acque solfurate specialmente hanno comune colle altre sorgenti termo-minerali, non so spiegarmi come sia stata accettata senza obbiezione la relazione intorno al lavoro del dott. Gigot-Suard presentata alla Commissione incaricata dalla Società d'idrologia, che prima stabiliva gli accennati principii, nè come siasi potuto risguardare la memoria del sig. Gigot-Suard quale una confutazione logica e perentoria della opinione di Scoutetten, solo perchè ancor essi i bagni di Luxeuil e di Mont-Dore producono il rilassamento del polso nel primo quarto d'ora dalla immersione, per determinare più tardi la eccitazione. I membri della Commissione amarono meglio supporre che questo medesimo fenomeno si potesse osservare in altre acque minerali, notando d'altronde che ancor esso un bagno di acqua ordinaria accelera sempre i battiti del polso quando la sua temperatura è superiore alli 36° ed asserendo che ancor essa l'acqua distillata riscaldata convenientemente fa deviare l'ago del galvanometro, contrariamente alla esperienza fatta fin dal 1831 alle acque di Gastein da Baumgartner, Boller e Streinz (*Les bains de Gastein*, par Streinz-Lintz, 1831, pag. 49) e riportata dal dott. Lambron nella sua memoria, di cui dovremo fra poco occuparci (*Annales de la Société d'hydrologie médicale de Paris*, tom. II, pag. 150). E poi, anche ammettendo che la elettricità non si possa condensare, ma debba costituirsi allo stato dinamico nelle acque minerali, se anche avvenisse *realmente la stessa cosa pell'organismo umano*, non vedono più come spiegare l'azione speciale in certo modo elettiva che le acque esercitano sulle diverse parti del corpo. Se questa realmente non è che un effetto della elettricità che si svolge fra l'acqua termo-minerale ed i liquidi della economia, tutte le acque minerali, dacchè hanno comune questa proprietà di eccitare uno sviluppo

di fluido elettrico, dovrebbero essere dotate di un'azione curativa identica, più o meno energica solamente in proporzione della intensità della corrente da esse prodotta, mentre invece manifestano delle azioni molteplici e speciali, nè sempre l'attività loro corrisponde al grado di mineralizzazione, come pur dovrebbe essere, perchè non potrebbe a meno di crescere colla quantità dei principii minerali disciolti in un'acqua la forza della corrente che in esse s'ingenera. In una parola, la elettricità non può bastare a rendere ragione di tutti i fenomeni che si osservano nelle cure minero-termali, qualora non si ammetta la coesistenza di altre forze, che in questo caso agirebbero con energia eguale a quella che il dott. Scoutetten attribuisce esclusivamente alla elettricità senza occuparsi punto di questi altri principii. Quindi, secondo la Commissione, non si deve ancora abbandonare la via antica per entrare decisamente nella nuova via aperta dal galvanometro a così interessanti ricerche intorno alle acque minerali, e le conclusioni del dott. Scoutetten abbisognano di essere diligentemente elaborate prima che possano venir ammesse nel patrimonio della scienza.

Son persuaso che troverete in questa critica rappresentato ben diverso da quello che vi parve dalla prima mia lettera, e qual esso è realmente, il sistema del dott. Scoutetten, senonchè a proposito delle stesse acque di Canterets si conosce da molto tempo che le applicazioni diverse delle varie sorgenti dipendono non dalla diversa natura, ma sibbene dalla moltiforme loro varietà ch'esse hanno comuni queste loro applicazioni con tutte le acque solfurate, e che quanto si ammette intorno all'eccitazione ed alle proprietà particolari che si riscontrano nell'uso terapeutico delle altre acque solfurate si può loro appuntino applicare; fra queste si è riconosciuta *un po' meno attiva ed eccitante la sorgente della Raillère,* e di qui la utile

applicazione che per questo appunto se ne può fare a preferenza delle altre per combattere la tisi polmonare, benchè in questo non vi abbia alcuna specialità, nè alcun tratto caratteristico che la distingua dalle altre del medesimo gruppo, come nemmanco non havvi altra distinzione fra queste e le acque termali di Luchon se non perchè sono molto meno alterabili di queste ultime al contatto dell'aria.

Dietro questa proprietà di prontamente alterarsi quando vengano esposte all'aria, il dott. Lambron nell'ottobre del 1864 istituiva i suoi studi sperimentali sullo sviluppo della elettricità nelle acque solfurate della stazione termale di Bagnères-de-Luchon. Ei si propose di cercare liberamente, e senza alcuna idea preconcetta, le condizioni che accompagnano lo sviluppo di elettricità nel seno istesso delle acque solfurate, l'origine e la direzione delle correnti elettriche in tal modo prodotte, per misurare la loro intensità, vedere se esse cambiano nelle diverse sorgenti, e se la intensità loro varia colla scarsità o l'abbondanza dei principii minerali, o colla temperatura più o meno elevata delle sorgenti, onde trarne quelle pratiche deduzioni che si possono derivare da simili studi.

Accenna innanzi tutto l'autore di questa pregiatissima memoria, com'egli pel primo fino dal 1859 dimostrasse esperimentalmente il fatto della produzione di elettricità dinamica in quelle acque poste in contatto con acqua distillata, e notando la corrente in tal modo eccitata e la deviazione prodotta dalla medesima nell'ago del galvanometro. Poscia imprende a dimostrare che non solo si origina una corrente elettrica dal contatto delle acque minerali coll'acqua distillata, coll'acqua comune, la terra od altri liquidi, ma che havvi produzione di elettricità nel seno istesso di queste acque, cioè una corrente propria alle medesime.

Espone prima progressivamente e con bell'ordine le sue ricerche sperimentali sugli effetti elettrici prodotti dal contatto delle acque solfurate colle terre adiacenti, coll'acqua distillata o coll'acqua dolce ordinaria, servendosi di semplici lamine di platino munite di un filo dello stesso metallo circondato da un tubo di vetro chiuso alla lampada verso alla estremità più vicina alla lamina, ed aperto dall'altra estremità dove si univa ad esso il reoforo di filo in rame coperto ora di gutta-perca, ora di seta. Il galvanometro ad aghi astatici da lui adoperato era stato costruito da Rhumkorff, ed il suo filo dava 24 a 30,000 giri attorno agli aghi che si orientano costantemente in direzione normale al meridiano magnetico. Nel controllare le sue osservazioni e rendere suscettibili di un confronto vicendevole i risultati delle medesime, faceva uso della controprova quasi in ogni esperienza ed intrometteva al bisogno nel circuito un reostato quale vi ho descritto nella seconda mia lettera, dove vi tenni parola del modo di condurre queste esperienze.

Tenendo uno degli elettrodi conficcato nel terreno, e saggiando coll'altro le varie polle dell'acqua termo-minerale, notò che la intensità della corrente elettrica, rimanendo pressochè identica la resistenza alla conducibilità, era proporzionale alla quantità dei solfuri contenuti nell'acqua, e non seguiva rigorosamente le differenti temperature delle sorgenti. — L'acqua solfurata era costantemente *negativa* e la terra *positiva;* la corrente attraversava sempre il circuito, portandosi dalla terra verso la sorgente.

Esperimentando in modo analogo con acque trasportate a Parigi messe in contatto con un vaso poroso ripieno di terra da giardino ed immerso nelle medesime, dopo averle a sè lasciate un tempo sufficiente perchè si potesse stabilire una perfetta uguaglianza nella temperatura della

terra e dell'acqua, ne ottenne risultati contrari a quelli precedentemente notati, dacchè l'acqua minerale aveva un eccesso di *elettricità positiva*, la terra invece un eccesso di *elettricità negativa*.

Nell'uno e nell'altro caso ottenne con queste acque effetti contrari a quelli che avrebbe osservato colle acque correnti: e questo primo fatto pare confermi appuntino il nuovo fatto segnalato dal dott. Scoutetten, che in questi casi la elettricità positiva si manifesta costantemente nel corpo più ricco di ossigeno.

Analogamente, riempiendo di acqua minerale un vaso di vetro ed immergendovi un vaso poroso contenente acqua distillata, con due elettrodi fatti con lamine di platino non polarizzate che pescano l'una nel vaso poroso e l'altra nell'acqua che lo circonda, l'acqua distillata si mostrò *elettrica positivamente* e l'acqua minerale *elettrica negativamente*. Nella stessa guisa riempiendo una vasca ordinaria dell'acqua proveniente dalle varie sorgenti, e disponendo ad uno dei suoi capi un grande vaso poroso di circa 50 centimetri di altezza, in cui l'acqua distillata non tardava a mettersi in equilibrio di temperatura con l'acqua minerale circostante, potè stabilire un confronto fra le intensità delle correnti prodotte in tale identica circostanza da queste coppie composte, e notando la temperatura iniziale delle medesime, poscia il successivo abbassamento di essa e lo indebolimento corrispondentemente osservato nella corrente a misura che le acque minerali si raffreddavano e rimanevano più a lungo esposte all'azione alterante dell'aria constatò i seguenti fatti importantissimi:

1° La intensità della corrente non corrisponde al grado iniziale della temperatura dell'acqua.

2° L'indebolimento della corrente non è proporzionale allo abbassamento di temperatura a cui va soggetta l'acqua; ma parrebbe che mentre la intensità iniziale della cor-

rente dipende dalla quantità più o meno grande dei solfuri contenuti nelle varie sorgenti, l'indebolimento più o meno rapido della corrente medesima sia in ragione diretta della prontezza colla quale si alterano in contatto dell'aria questi stessi principii. E forse a questa circostanza si debbono riferire quelle differenze che si notano nell'azione eccitante delle varie sorgenti, la quale precisamente non è sempre correlativa alla loro temperatura ed alla loro mineralizzazione. — Pare che da questo più o meno rapido decrescere della corrente propria delle varie sorgenti dipendano quelle differenze che si osservano nella loro azione eccitante, la quale non è sempre proporzionale alla loro temperatura od alla loro mineralizzazione, e questo deduce dagli effetti fisiologici diversi notati da gran tempo nelle acque di Luchon.

Da questi fatti, che interessano altamente la scienza delle acque minerali, passando a trattare questioni essenzialmente pratiche, dimostra come in tutte quelle acque solfurate si sviluppa una corrente sempre quando raccolte in un vaso od in un tinozzo da bagno si lasciano esposte all'aria. La superficie suprema dell'acqua diventa *positiva* e gli strati più profondi si caricano di elettricità *negativa*, la quale può essere raccolta e resa manifesta coi due soliti elettrodi applicati direttamente l'uno verso il fondo del recipiente e l'altro immerso negli strati superficiali del liquido, purchè si abbia cura di tenerli da esso ben bene isolati per mezzo degli annessi tubi di vetro chiusi alla lampada; ovvero portati a contatto col corpo dell'uomo immerso in tutto, ovvero solamente in parte nell'acqua, sia essa di recente attinta alla sorgente, ovvero trasportata. Le parti del corpo che emergono dall'acqua sono anch'esse *positive* come quelle circondate dagli strati superficiali dell'acqua, e sono invece *negative* le parti sommerse negli strati più bassi, e tali si mantengono alcun

tempo dopo, cosicchè un quarto d'ora dopo il bagno una lamina di platino applicata sulla fronte e l'altra sui polpacci diedero al galvanometro una deviazione di 60°, la quale appunto indicava che i polpacci, i quali nel bagno avevano subìto l'azione della elettricità negativa, e sui quali la pelle era ancora ricoperta fuor di dubbio da particelle di solfuri erano tuttora negativi, mentrechè la fronte sulla quale si era sviluppata la elettricità positiva e non era stata tocca dall'acqua minerale conservava il suo stato elettrico positivamente.

Le prime esperienze di questo genere ei le avea fatte la prima volta nel marzo 1864 nel laboratorio e sotto la direzione di E. Becquerel suo maestro ed amico; ed ancor esse dimostrano che:

1° La intensità della *corrente intestina* delle acque solfurate esattamente non segue la proporzione della temperatura, abbenchè questa nello abbassarsi rendendole meno conduttrici e forse diminuendo gli effetti chimici che in seno a loro si producono, indebolisca la corrente che in esse si manifesta.

2° La intensità di questa corrente è proporzionale d'ordinario alla quantità dei solfuri; la mescolanza di acqua comune non fa che ridurne la forza, ma non ne impedisce lo sviluppo.

3° Le acque che presentano una estesa superficie in contatto dell'aria, come quelle raccolte nelle piscine, dopo alcune ore non danno che una corrente assai debole.

Questo fenomeno cessa ben presto adoperando per elettrodi delle semplici lamine di platino, le quali si polarizzano tanto più prontamente quanto minore è la superficie ch'esse presentano, ma si ripetono invariabilmente cambiando elettrodi o distruggendo la polarità acquistata da quelli prima adoperati. Così, benchè la corrente possa in alcuni casi sembrare effimera per questa rapida pola-

rizzazione delle lamine, si può verificarne la persistenza anche per pochi giorni di seguito, finchè nelle acque rimangono solfuri indecomposti.

Eccovi qui un caso in cui converrebbero gli elettrodi proposti dallo stesso Scoutetten e da Matteucci, perchè meglio si potrebbe tener dietro alle varie vicissitudini del successivo decrescimento di questa corrente interna a misura che diminuisce la temperatura dell'acqua esposta per un lasso di tempo sempre più grande all'azione dell'aria, la quale producendo incessantemente alla superficie del liquido delle combinazioni chimiche e decomposizioni fra gli elementi mineralizzatori e l'ossigeno e l'acido carbonico, determina in quella uno stato elettrico permanente. A questo si aggiunga che gli strati superficiali dell'acqua così modificati costituiscono realmente un liquido differente dagli strati più interni, che non si alterano che successivamente a poco a poco. In tal modo altra elettricità si deve sviluppare dalla reazione di questi due liquidi fra loro diversi di composizione, l'uno all'altro sovrapposti e distinti; ed il corpo umano che li mette in comunicazione deve certamente risentire dall'applicazione di questa benchè debole corrente elettrica universalmente diffusa nei vari punti della superficie un'azione di qualche importanza, di cui si potrà determinare l'influsso mediante studi ulteriori.

Anche nella doccia la parte sulla quale cade l'acqua si manifestò carica di elettricità *negativa*, e le altre parti del corpo furono invece *positive*. Con due doccie contemporanee di temperatura diversa la parte sottoposta al getto più caldo è *negativa*, mentre quella colpita dal getto più freddo è *positiva*, precisamente come avviene strofinando fra loro due corpi della medesima natura o mettendo in contatto due conduttori dello stesso metallo a temperatura diversa: allora il più caldo prende uno stato elettrico ne-

gativo ed il più freddo rimane positivo. Resta in questo caso a studiarsi quale influenza abbia realmente la temperatura nei fenomeni elettrici osservati nella doccia; e per osservare questi fenomeni bisogna aver l'avvertenza che l'acqua della doccia non tocchi nè l'una, nè l'altra lamina.

Finalmente, facendo cadere la doccia sulla lamina applicata sopra una qualunque delle parti del corpo tenute fuori dall'acqua di un bagno, osservò che ciò bastava per invertire il senso della corrente, inquantochè in questo caso le parti immerse che nel bagno ordinario erano negative diventano *positive*, e le parti emergenti che prima erano positive diventano *negative*.

Anche qui l'Autore è d'avviso che questa corrente elettrica continua e leggera eccitata dalla doccia successivamente ed in tutte le direzioni alla superficie del corpo non possa a meno di avere una certa influenza sull'economia, dacchè l'hanno ancor esse quelle correnti d'induzione eccitate per salti ed a troppo forte tensione per non disturbare il corso ordinario delle funzioni organiche.

Fenomeni elettrici affatto identici osservò nelle acque trasportate; solamente a parità di resistenza interna l'intensità della corrente è appena la metà od il terzo di quella che danno al punto della emergenza; anche riscaldandole alla stessa temperatura che hanno alla sorgente entro vasi chiusi ed a bagno-maria. Di più è da notarsi che la intensità della corrente, nelle acque trasportate, dapprima è debole e poi diventa più forte sotto l'azione dell'aria per nuovamente indebolirsi a misura che si compiono in esse le trasformazioni chimiche, mentre nelle acque esaminate alla scaturigine la intensità della corrente va sempre diminuendo, forse perchè gli elementi minerali sono in questo caso, per così dire, allo stato nascente, quando invece nelle acque trasportate questi stessi elementi hanno forse subito delle modificazioni intestine.

Congelando queste acque, riscontrò nelle parti che solidificate riprendevano lo stato liquido ed in quelle rimaste liquide una corrente elettrica, anch'essa, benchè assai debole, proporzionale in intensità alla loro ricchezza in solfuri, ed anche alla temperatura, forse a motivo della poca conducibilità dei liquidi allorchè si avvicinano al grado di freddo necessario a congelarli, e dell'ostacolo che tale abbassamento di temperatura presenta alle chimiche reazioni che avvengono pel contatto dell'aria.

Parmi che tutte queste esperienze si accordino assai bene col sistema propugnato dal dott. *Scoutetten*, e che si possano, sotto certi riguardi, conciliare ulteriormente le idee dei due esperimentatori sulla origine e sulla influenza che può avere nelle applicazioni di dette acque la elettricità così palesemente dimostrata dalle loro interessanti ricerche; e questo formerà l'oggetto dell'altra mia lettera.

LETTERA QUARTA

Dalle sue ricerche il dott. Scoutetten argomenta, che questa elettricità sviluppata nelle acque solfurate e dovuta specialmente ai fenomeni chimici che in seno ad esse si compiono, non può a meno di avere una certa azione sull'economia dell'organismo in esse immerso, tanto più che lo stato elettrico osservato nelle sorgenti di Luchon permetterebbe di spiegare la classificazione che se n'è fatta da lungo tempo, dietro gli effetti fisiologici constatati in esse dalla osservazione clinica, in sorgenti eccitanti, blande e di mediocre forza di eccitazione, della quale non presenta ragione sufficiente nè la quantità dei principii minerali ch'esse contengono, nè il grado di loro temperatura.

Ed assai acconciamente osserva che, mentre per una parte vi sono sorgenti eccitanti benchè poco solfurate, ed altre blande benchè ricche in solfuri, queste istesse acque anche amministrate p. es. in bagni ad una temperatura press'a poco uniforme, danno ciò nondimeno effetti fisiologici ben diversi.

In questi fenomeni, a suo avviso, non può aver molta influenza lo stato elettrico acquistato secondo alcuni dalle acque minerali in seguito al calore che seco trasportano dal seno della terra, e delle confricazioni a cui sono sog-

gette le loro molecole mentre percorrono i canali per cui vengono a riversarsi sulla superficie del globo. Questa elettricità, secondo lui, si dovrebbe immediatamente disperdere attraverso al terreno sul quale discorrono, mentre la elettricità dinamica in esse osservata è generalmente proporzionale alla loro ricchezza minerale piuttosto che alla temperatura, è più energica e di più corta durata in quelle che si alterano più rapidamente; e nelle acque trasportate non raggiunge il suo massimo sviluppo che dopo una esposizione un po' lunga all'azione dell'aria, che pare indispensabile perchè si possa rieccitare in esse la chimica attività. Parmi però che questa elettricità ordinaria sviluppata nel seno delle sorgenti dalle azioni meccaniche e calorifiche dianzi accennate potrebbe forse render ragione della maggiore attività colla quale si combinano fra loro i principii mineralizzatori al momento della emergenza, che non quando si conservano le acque in bottiglie e si trasportano lungi dalla scaturigine, se pur non si voglia ammettere col dott. Scoutetten che l'acqua vi si trovi in istato allotropico. Questa elettricità lentamente neutralizzandosi da molecola a molecola nel seno istesso dell'acqua, potrebbe mutar benissimo lo stato primordiale degli elementi mineralizzatori ad esse associati, e produrre nei medesimi delle modificazioni intestine, affatto distinte da quelle che si debbono ripetere dall'ossigeno e dall'acido carbonico dell'aria, la quale in seguito meno difficilmente rieccita in seno ad esse le chimiche funzioni rimaste incompiute.

In conclusione egli crede che, quantunque le acque minerali agiscano in virtù dei loro principii mineralizzatori e della loro termalità, tutto induce ad accordare alla elettricità prodotta in seno alle medesime una certa influenza sulla economia umana; e proponendosi di determinare più rigorosamente alla prima circostanza la forza

elettro-motrice e la intensità delle diverse coppie semplici formate da quelle varie sorgenti, si riserva di ricercare qual parte abbiano le loro correnti elettriche nelle applicazioni che di esse si fanno alla medicina. Questa elettricità sviluppata nelle acque minerali, secondo lui, merita di essere attentamente studiata dai medici idropatici; fors'essa è un agente di cui si dovrà fra poco tener gran conto, ma prima di considerarla come causa principale, è indispensabile conoscerla a fondo, determinare le condizioni in cui si manifesta, e gli effetti fisiologici e curativi che ad essa riguardano. Finora, come già abbiamo detto, i dati forniti dalla esperienza non permettono di assurgere ai principii generali, e tanto meno di costituire un corpo di dottrina: il dott. Scoutetten non ha fatto fin qui esperienze fisiologiche o curative per dimostrare che realmente la elettricità è la *causa principale* dell'azione delle acque minerali.

Nel corso di questa succinta esposizione delle esperienze e delle conclusioni del dott. Lambron avrete forse voi medesimo pensato che l'abile esperimentatore avrebbe per avventura giudicata ancor più favorevolmente la nuova dottrina del suo degno collega il dott. Scoutetten quando non avesse tenuto maggior conto della influenza che questi attribuisce all'ossigeno assorbito dall'acqua sulla direzione della corrente, dimostrando colla esperienza che in tutti i casi la elettricità positiva si sviluppa dal corpo in cui più abbonda l'ossigeno. E specialmente nel fatto delle acque trasportate mi sembra naturale, quando si ammetta una tale influenza, che il primo sviluppo di elettricità dinamica sia dovuto appunto a questo assorbimento dell'ossigeno dell'aria per parte degli strati superficiali dell'acqua, e che la corrente in tal modo prodotta riecciti per propria virtù le chimiche combinazioni, che perciò solo dopo alcun tempo si compiono nel seno istesso del-

l'acqua fra i suoi principii mineralizzatori, l'ossigeno e l'acido carbonico dell'aria, con un aumento di intensità nella corrente causato da queste istesse trasformazioni, le quali alla loro volta producendo un maggior assorbimento di ossigeno ed aumentando la eterogeneità fra le due porzioni della massa liquida raccolta nel vaso, accrescono ulteriormente la forza della corrente.

Con tale pensiero mi sono dato a riflettere sull'esperienza semplicissima di Scoutetten intorno all'influenza dell'ossigeno da me riportata nella seconda lettera, e su queste ricerche del Lambron, e mi pare che ancor esse possano guidare a conoscere la natura e l'importanza dell'azione di questo gaz. Così primieramente nella esperienza fatta dal dott. Scoutetten con acqua trasportata a Parigi e messa in contatto colla terra di giardino raccolta in un vaso, se si riguarda la inversione notata nella corrente che andava alla terra dall'acqua minerale oppostamente a quello che avveniva tra la scaturigine ed il terreno circostante, come dipendente unicamente dalla natura alcalina dell'acqua, giusta la opinione di Becquerel che l'acqua o la terra si comportano come acidi in contatto delle soluzioni alcaline (Becquerel, *Trattato di elettricità e magnetismo*, tom. III, pag. 396), si ha in ciò stesso una prova evidente del nesso intimo che passa fra la natura minerale di un'acqua e la direzione della corrente propria, alla quale essa deve la sua azione eccitante. Ma d'altronde conviene osservare che questo medesimo fenomeno potrebbe essersi osservato o quando l'acqua minerale adoperata aveva di già subito in contatto dell'aria una trasformazione chimica completa, ed in tal caso la sua *elettricità positiva* proveniva dall'ossigeno assorbito, oppure l'acqua non erasi lasciata precedentemente al contatto dell'aria, ed allora, secondo le ulteriori esperienze, mettendo in giuoco coll'elettrode convenientemente collocato a varia profondità la elettricità

propria del liquido che dovea essere positivo alla superficie e negativo verso agli strati inferiori, si sarebbe dovuto osservare una inversione nella corrente prodotta da questo contatto.

Analogamente, quando si esplora la elettricità svolta dal contatto delle acque solfurate coll'acqua distillata, se la direzione della corrente in tal modo eccitata ha qualche dipendenza dalla quantità di ossigeno che rispettivamente contengono i due liquidi, spogliando d'aria mediante la ebollizione l'acqua distillata, la corrente a principio dovrebbe partirsi dall'acqua minerale, che per sua natura si deve più presto impregnare di aria atmosferica per le reazioni che in essa si originano; e tali effetti sarebbero più sensibili operando coll'acqua raccolta in una vaschetta da bagno, perchè quivi presenterebbe una superficie maggiore al contatto dell'aria. Dovrebbe inoltre invertirsi la direzione della corrente quando si ridonasse all'acqua distillata il suo ossigeno, e questo avverrebbe assai più rapidamente quando la si facesse attraversare da una corrente di questo gaz, perchè più facilmente e più copiosamente se ne caricasse.

Sarebbe per avventura possibile di accrescere la intensità della corrente interna nelle acque raccolte in un vaso, facendo gorgogliare attraverso agli strati superficiali della massa liquida un getto d'aria o di ossigeno puro? Forse all'ossigeno dell'aria è quasi interamente dovuta la debole corrente che manifestano nel disciogliersi le acque minerali congelate, e quelle porzioni di esse che rimasero liquide nonostante quell'abbassamento di temperatura che arrivò a 13° e fino a 17° sotto lo zero. Tale raffreddamento non può non rallentare d'assai, se non completamente arrestare quelle chimiche reazioni che perciò da per se sole ben difficilmente potrebbero eccitare una corrente, quale ancora si osserva all'atto dello sciogliersi delle porzioni congelate.

Questa azione determinante dell'ossigeno è ancor essa notata dalla Commissione, che presentò nel suo rapporto alla Società d'idrologia di Parigi una semplice analisi dei fatti e delle opinioni contenute nel libro del dott. Scoutetten, perchè, a suo avviso, è molto meno dubbiosa la esattezza delle esperienze che non si potevano da essa ripetere in condizioni identiche a quelle in cui erano state eseguite che non le conseguenze che l'autore avea creduto di trarne. L'ossigeno è corpo eminentemente elettronegativo, ossia determina nel corpo, che ne sovrabbonda, la elettricità positiva, quando si combina con un altro che ne è privo, oppure ne contiene in quantità minore.

Intanto prendendo ad esame lo stesso principio fondamentale del nuovo sistema, non vedono come conciliare si possano le esperienze di Scoutetten con quelle fatte da Becquerel intorno alla elettricità svolta nel contatto del suolo colle acque adiacenti di natura diversa. Secondo loro, Becquerel ammette come principio generale che *la terra sia costantemente positiva e l'acqua negativa*, mentre il dott. Scoutetten con esperienze del tutto analoghe giunge a risultati opposti: *terra negativa ed acqua positiva;* eppur trova i suoi risultati conformi alla opinione di Becquerel, come chiaramente lo dimostrò nella sua lettera delli 15 marzo 1865 al relatore della Commissione suddetta, provando che Becquerel: 1° ammette la produzione di elettricità nel contatto delle terre colle acque dolci o salate, stabiliendo per principio che « nel contatto del terreno « e d'una sorgente o d'un corso d'acqua vi è sviluppo di « elettricità; la terra prende un eccesso notevole di elettri- « cità *positiva* o *negativa*, e l'acqua si carica di elettricità « contraria » (*Traité d'électricité et de magnetisme*, tom. III, pag. 394); 2° crede che la causa principale, anzi la sola che influisca sulla direzione della corrente è la quantità relativa dei sali disciolti nelle acque che si mettono in

contatto l'una coll'altra o col suolo circostante, che gli effetti elettrici prodotti in questo contatto dal terreno colle acque dolci o salate sono più o meno energici, secondo la natura delle acque di cui è imbevuto il terreno e dei sali che in esse sono disciolti (*Éléments d'électro-chimie*, pag. 95); onde Scoutetten conchiude che, se nei fatti addotti da Becquerel a conferma delle spiegazioni ch'egli ne porge non si può nettamente discernere il suo pensiero, questo unicamente dipende dacchè egli prendeva le acque tali e quali le incontrava senza distinguere se esse erano impregnate d'aria per effetto di un prolungato contatto coll'atmosfera, oppure se sgorgavano in quello istante dal seno della terra, e così non teneva conto dell'influenza dell'ossigeno disciolto nell'acqua. Onde, secondo il nostro autore, le anomalie che si notano in alcune delle sue esperienze si possono spiegare, ove si ammetta che, supponendo costante la quantità dell'ossigeno disciolto nell'acqua, se la terra è più o meno pigiata, l'altro elettrode si troverà in contatto con una quantità più o meno grande d'ossigeno, e la corrente andrà dall'acqua alla terra, oppure dalla terra all'acqua, secondochè questa quantità sarà relativamente maggiore o minore. Da questo solo dipendono gli effetti opposti osservati adoperando successivamente terra addensata dalla pioggia e quasi priva d'aria, e terra di giardino leggera e molto ricca d'aria che conteneva in proporzione più ossigeno che l'acqua colla quale veniva in contatto, onde naturalmente la corrente che prima andava dall'acqua alla terra s'invertì andando dalla terra all'acqua relativamente scarsa di ossigeno disciolto.

Avrebbero desiderato gli onorevoli membri di detta Commissione di veder confermata questa proprietà dell'ossigeno contenuto nell'acqua o nel terreno col quale viene in contatto, per mezzo di maggior numero di esperienze più decisive, nelle quali in luogo di adoperare terra da

giardino, variabilissima nella sua costituzione e contenente forse degli elementi in corso di decomposizione, si fosse servito di terreno volgare smosso con un mezzo meccanico qualunque, di sabbie più o meno grosse e ben dilavate, di calcare o di mattone pesto, variando in mille guise l'addensamento e la quantità di ossigeno in essi materiali racchiuso. Ed anche nella seduta delli 16 aprile 1866 il dott. Lambron accennava potersi opporre a questo principio di Scoutetten che:

1° Mettendo in contatto dell'acqua dolce ordinaria con l'acqua distillata, questa sarà sempre positiva, benchè non contenga ossigeno; ed aggiungendo ossigeno all'acqua ordinaria, dessa resterà sempre negativa. — 2° Un'acqua spoglia di ossigeno libero è positiva; diventa negativa aereandosi nella caduta. Ma, riserbandomi di parlarvi a suo tempo di questo nuovo lavoro del dott. Lambron sulla dottrina emessa dal dottore Scoutetten intorno all'azione delle acque minerali, mi basta per ora avervi meglio provata la necessità di porre fuor d'ogni dubbio questa influenza che ha l'ossigeno contenuto nelle acque all'atto della esperienza.

Scoutetten ammette che, quantunque la corrente diminuisca, cessi od anche s'inverta a misura che le acque minerali assorbono ossigeno, locchè avviene con grande rapidità, ovvero a misura che l'acqua ordinaria per una circostanza qualunque si spoglia dell'ossigeno che ordinariamente contiene, pure la intensità della corrente esattamente non misura la quantità relativa d'ossigeno contenuto nell'una parte o nell'altra. La temperatura dell'acqua, la quantità, la natura dei sali disciolti, senza parlare di altre cause affatto estranee alla naturale costituzione delle acque aumentano, siccome abbiamo veduto, o diminuiscono la resistenza interna alla circolazione della elettricità, ed in conseguenza la intensità della corrente.

Tutti questi risultati sono ammessi dalla Commissione suddetta, la quale però non vede come potrà impiegare questo nuovo mezzo di analisi (il galvanometro) non solo per scoprire fra diverse sorgenti quella che contiene maggior copia d'ossigeno libero, ma per determinare la *relativa efficacia* delle acque di una medesima stazione. Parmi che le belle ricerche di Lambron abbiano già provato quello che si debba intendere con questa *efficacia relativa* per le sorgenti termo-minerali di Luchon, nelle quali gli effetti fisiologici paiono corrispondere piuttosto alla intensità ed alla persistenza delle correnti che in esse si svolgono, anzichè alla quantità dei principii minerali in esse disciolti ed alla temperatura alla quale emergono dal suolo. Onde il galvanometro non è semplicemente un mezzo più facile e pronto fra quanti fornisce l'analisi ordinaria per discoprire la quantità di ossigeno contenuta in qualunque acqua; nè questa scarsità od abbondanza relativa di ossigeno è l'unico criterio dal quale si possa giudicare della attività delle acque minerali di una istessa stazione termale; tutto consiste nel determinare esattamente qual parte abbia nella deviazione totale dell'ago galvanometrico questa presenza dell'ossigeno nell'acqua. E su questo proposito sono indispensabili delle molteplici ed accurate esperienze per accertare se l'ampiezza delle deviazioni osservate nel galvanometro corrisponde ad un tempo alla *relativa attività* delle sorgenti diverse di una medesima stazione ed alla quantità dell'ossigeno, dacchè è provato che le acque minerali, anche trasportate in vasi ermeticamente chiusi, non manifestano più quella azione elettrica che hanno alla emergenza per quanto si modifichi la quantità di ossigeno in esse contenuta.

Se realmente l'ossigeno avesse una esclusiva influenza nella direzione ed intensità della corrente che si stabilisce fra l'acqua del bagno ed il corpo umano in essa

immerso, la si potrebbe invertire saturando il bagno sia d'ossigeno, sia di qualunque altro gaz che avesse influenza opposta; ma non si conosce quali modificazioni proverebbe la sua azione curativa; si potrebbe con una preparazione da nulla promuovere in acque trasportate, in acque minerali artefatte ed in acque ordinarie un'attività elettrica superiore a quella delle acque minerali più attive prese alla sorgente, e facilmente accrescerla nell'uno o nell'altro senso, aggiungendo ad esempio nel bagno alcune goccie di un acido o di un alcali.

Ma qui fo punto, dacchè a tali difficoltà mi pare che risponda adeguatamente la esposizione del nuovo sistema contenuta nella prima di queste mie, e forse a quest'ora vi sarete anche voi convinto che realmente la Commissione considera queste questioni sotto aspetto così diverso da quello sotto il quale le presenta Scoutetten, che realmente « pare che quando si vuole discutere intorno « ad esse, ognuno parli una lingua ignota al suo avver- « sario; le argomentazioni che a vicenda si mettono in- « nanzi, invece di produrre nel mutuo conflitto la luce, « seguono vie differenti e camminano in direzioni opposte, « quasi cercassero di evitarsi, epperciò non portano in « un campo comune la discussione. » Di questo vi persuaderete ancor meglio quando vi darò un'idea della restante parte di questa analisi sommaria del libro di Scoutetten, nella quale pare non siasi tenuto conto alcuno delle spiegazioni da lui date intorno al suo sistema dopo la pubblicazione dell'opera che si prese qui esclusivamente ad esame.

LETTERA QUINTA

Forse à buon diritto la Commissione della Società idrologica non crede di poter condividere col dott. Scoutetten le sue idee sull'azione della elettricità, la quale benchè distinta dal principio vitale, sarebbe, secondo lui, lo stimolante universale che mantiene ed eccita le funzioni di tutti gli organi, presiede a tutte le azioni molecolari che si compiono nell'organismo, e rappresenta in una parola tutti gli effetti del vapore, che mette in movimento i vari ordigni di un vasto laboratorio, comunicando ad essi un impulso diverso secondo la distribuzione che ne è stata fatta a ciascuno. L'organismo sano, secondo Scoutetten, è quello in cui havvi regolare produzione di elettricità, sufficiente a stimolare in giusto grado la molecola organica ed i centri nervosi della grande e della piccola circolazione. Se lo sviluppo della elettricità è insufficiente, oppure irregolare, si preparano e si sviluppano gli accidenti morbosi.

Certamente nessuno vorrà negare che la elettricità non abbia una parte importante nei fenomeni della economia animale, ma finora non è ancora ben definita la parte

ch'ella tiene in questi fenomeni, imperocchè mentre dall'un lato le modificazioni che di continuo si compiono nello interno dell'organismo sviluppano quella elettricità che si può riguardare come uno degli elementi essenziali della struttura molecolare dei corpi, dall'altro non si saprebbe precisare se questo sviluppo direttamente concorra a mettere in giuoco altre affinità, ovvero solamente le renda possibili solo in quanto la tensione comune di due fluidi l'uno dall'altro isolati si opporrebbe allo sviluppo di altra elettricità e quindi all'azione dell'affinità reciproca delle altre molecole. Ma questo non è lo scopo precipuo della discussione, nè da questa elettricità propria dell'organismo direttamente dipende quella svolta dal contatto delle acque minerali col corpo umano; essa piuttosto si associerebbe agli altri agenti terapeutici per regolare lo sviluppo di quella.

Intanto, benchè le posteriori indagini di Lambron abbiano dimostrata la teoria di Scoutetten meglio consentanea ai fatti accettati dalla scienza di quello che siasi forzato di provare il sig. Gigot-Suard, a mio avviso, non è fuori luogo la osservazione del sig. Durand-Fardel intorno alla fretta soverchia di chi volesse sostituire nello stato attuale questa nuova teoria a quella fin qui accettata da uomini di merito incontestabile, fra i quali lo stesso Durand-Fardel tiene seggio distinto. Non basta che un'acqua minerale siasi aereata perchè cessi nella medesima ogni azione, come non basta la quantità e natura dei principii minerali in essa disciolti ad ispiegare i fenomeni che si osservano nell'uso delle medesime. Scoutetten ha studiato accuratamente la elettricità sviluppata nelle acque minerali e nelle acque ordinarie; e queste correnti non perchè d'ordinario sono assai deboli si debbono, a detta della Commissione, trascurare come nelle acque potabili ordinarie quelle miriadi d'infusorii che vi potrebbe discernere

un osservatore armato di un possente microscopio, perchè allora si potrebbe opporre che sono talora ancor esse infinitesime le quantità dei principii mineralizzatori, ai quali converrebbe esclusivamente attribuire l'azione di tante sorgenti che bene spesso agiscono con energia superiore alla loro ricchezza minerale, e non mai in proporzione della medesima, nè della loro temperatura. E ciò anche quando venisse provato che, sovrattutto un'acqua minerale che non si alteri tanto facilmente in contatto dell'aria, non perda tutta la sua efficacia, i suoi caratteri particolari dopo aver subito l'azione del contatto dell'aria ed averne disciolta una parte, essendo per altro generalmente ammessa la convenienza di far uso delle acque minerali alla minima distanza possibile dalla loro scaturigine.

Del resto la estensione relativamente grande della superficie del nostro corpo non deve essere senza influenza sulla tensione totale della elettricità sviluppata nei varii suoi punti messi a contatto coll'acqua minerale. Forse non sempre la corrente si svolge nello stesso senso nella immensa varietà delle acque minerali conosciute, ed in queste rimane a ricercarsi oltre questo fatto importantissimo un carattere particolare che valga a distinguere le acque minerali, di cui è così ricca la natura, dalle imperfette imitazioni che fin qui ne ha tentato l'arte colla scorta della semplice analisi chimica. Forse il galvanometro ci potrà guidare alla soluzione di questi problemi così importanti per determinare definitivamente qual parte spetti all'elettricità nell'azione prodotta dalle acque minerali sull'organismo. E qui non possiamo che encomiare la idea del dott. Scoutetten di indirizzarsi ai cultori di questo ramo delle scienze naturali ed alle Società scientifiche, perchè ripetendo e controllando le esperienze sue, arrechino in questa nuova teoria quella luce che purissima emana dalle

moltiformi ricerche proseguite con amore della verità e senza veruna prevenzione. Speriamo che anche in Italia l'illustre chirurgo di Metz troverà chi risponda all'appello, perchè a noi non mancano nè le acque minerali, che copiose e svariatissime pullulano ovunque dal suolo italiano, nè gli uomini capaci di fissare il giusto valore del nuovo sistema, che realmente porterebbe molta semplicità nella spiegazione degli effetti fisiologici delle acque.